

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-205374

(P2003-205374A)

(43)公開日 平成15年7月22日(2003.7.22)

(51)Int.Cl.⁷
B 2 3 K 20/12

識別記号
3 1 0

F I
B 2 3 K 20/12

テーマコード(参考)
4 E 0 6 7

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001-401474(P2001-401474)

(22)出願日 平成13年12月28日(2001.12.28)

(71)出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72)発明者 古賀 信次

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社神戸工場内

(72)発明者 藤本 光生

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社神戸工場内

(74)代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎 (外2名)

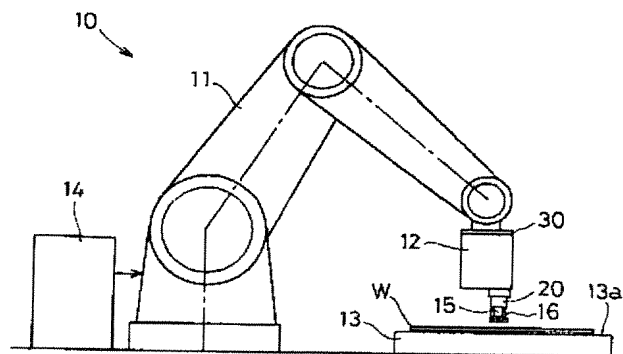
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スポット接合システムおよび固定装置

(57)【要約】

【課題】 片面からアクセスしてスポットF S Wを行う場合、回転による接合ツールの横ブレを防止することができるスポット接合システムを提供する。

【解決手段】 スポット接合システム10は、多関節ロボット11と、ロボットアーム先端に取り付けられるF S Wヘッド12と、ワークWを水平に保持する定盤13とコントローラ14とから構成される。F S Wヘッド12には、接合ツール15および固定装置16が取り付けられる。固定装置16は、円筒状の押圧部材19とバネ18とを有する。接合時にバネ18で押圧部材19をワークW表面に押し付けることで、接合ツール15をワークWに一時的に固定する。これによって、接合ツール15の回転反力で横ブレが発生することが防がれる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転する接合ツールの先端を被接合材に押圧し、被接合材を摩擦攪拌接合でスポット接合するスポット接合システムにおいて、被接合材を保持する保持装置と、被接合材の片面側で、接合ツールを任意の位置に移動させる移動装置と、接合ツールに連結され、接合時に被接合材に一時的に固定されることで、接合時の接合ツールのブレを防止する固定装置と、移動装置を制御し、接合ツールを接合位置まで移動させ、固定装置を被接合材に一時的に固定した状態で、回転する接合ツールを被接合材に押圧してスポット接合する制御装置とを有することを特徴とするスポット接合システム。

【請求項2】 前記固定装置は、被接合材に押圧されることで被接合材に一時的に固定される押圧手段を有することを特徴とする請求項1記載のスポット接合システム。

【請求項3】 前記押圧手段は、静止摩擦係数の大きな材料からなり、被接合材に押圧されることで被接合材に固定される固定部材を有することを特徴とする請求項2記載のスポット接合システム。

【請求項4】 前記押圧手段は、被接合材に押圧されたとき被接合材に食い込む突起を有する固定部材を有することを特徴とする請求項2記載のスポット接合システム。

【請求項5】 接合時に、接合ツールの回転による反力を検出するセンサを有し、前記固定装置は、モータ、空気圧、油圧、真空吸着および電磁力のいずれかの方法で固定力を調整可能に被接合材に一時的に固定される調整固定装置を有し、前記制御装置は、接合時に前記センサで反力を検出し、検出した反力に基づいて前記調整固定装置の固定力を制御することを特徴とする請求項1記載のスポット接合システム。

【請求項6】 前記移動装置は、多関節ロボットであり、アーム先端に接合ツールが取り付けられることを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載のスポット接合システム。

【請求項7】 複数台の多関節ロボットを有し、複数台のロボットのうち少なくとも一台はアーム先端に接合ツールが取り付けられる移動装置であり、前記制御装置は、接合ツールを有するロボットで被接合材の一方側から接合ツールを押圧して接合させるとき、被接合材の反対側に配置されるロボットが、アーム先端で接合ツールの押圧力を受けるように、複数台のロボットを協調制御することを特徴とする請求項1記載のスポット接合システム。

【請求項8】 前記制御装置は、多関節ロボットのアー

ム先端を被接合材に押し付けて接合前にあらかじめロボットアームを握ませておき、その状態で接合することを特徴とする請求項6記載のスポット接合システム。

【請求項9】 前記移動装置は、被接合材の片面側で、2軸方向に移動可能で、任意の位置に接合ツールを移動させることを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載のスポット接合システム。

【請求項10】 被接合材の片面側の任意の位置に接合ツールを移動させ、回転する接合ツールの先端を被接合材に押圧し、被接合材を摩擦攪拌でスポット接合するスポット接合システムに用いられる固定装置であって、接合ツールに連結され、接合時に被接合材に一時的に固定されることで、接合時の接合ツールのブレを防止することを特徴とする固定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、摩擦攪拌接合によって被接合材をスポット接合するスポット接合システムおよびそれに用いられる固定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に摩擦攪拌接合を用いたスポット接合では、Cガン2を有する多関節ロボットを用いる。図9は、このようなガンタイプのスポット接合システム1を示す図である。

【0003】Cガン2は、C形アームを有し、上部にF SW (Friction Stir Welding) ヘッド3を有し、多関節ロボット4のアーム先端に取り付けられる。F SWヘッド3は、接合ツール5を回転および昇降させる。接合ツール5は、円柱状であり、先端から下方にピンが突出する。Cガンの下部には、接合ツール5の下端に対向して裏当て金6が設けられる。

【0004】被接合材である2枚の金属板状のワークWを接合するには、まず、図9に示すようにCガン2でワークを挟むようにロボット4で位置決めを行う。つぎに、F SWヘッド3で接合ツールを高速で回転させながら下降させ、接合ツール先端をワークの接合点に押圧する。すると、回転による摩擦によって押圧部が軟化し、ピンが挿入される。さらに回転することによって、挿入されたピンで接合点近傍が攪拌され、塑性流動を起こす。所定時間攪拌後、接合ツールを上昇させると、接合点で2枚のワークWが重ね継ぎ手でスポット接合される。

【0005】このようにCガン2を用いることで、ロボットアームに回転反力が伝わらないように施工することができる。しかしながら、Cガン2を用いる方法では、接合できる位置がCガンのC形アームに制限される。つまり、車両構体パネルや船殻パネルのような大きいワークにスポット接合を行う場合には、ワークの中央部を接合できない。たとえばCガン2の懐を大きくすれば、ワーク中央部の接合も可能であるが実用的でない。

【0006】このような大型のワークにスポット接合を適用するために、図10に示すように、ワークの片面からアクセスするスポット接合システム8が考えられる。この方法では、Cガンを用いるのではなく、多関節ロボットのアーム先端にFSWヘッド3を直接取り付け、またワークWは、床に設置される定盤7に載置し水平に保持される。そして、ロボット4を用いて定盤7上でFSWヘッド3を自由に移動させて接合する。つまり、FSWヘッド3は、ワークW上の任意の位置にアクセスでき、ワークW上の任意の位置を接合することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】スポットFSW接合時には、接合ツールを高速で回転させた状態でワークに圧入するので、接合ツールは回転によるモーメント反力を受ける。つまり、定盤に置かれたワークを多関節ロボット4で片面からアクセスして重ね継ぎ手のスポットFSWを行う場合、高速回転する接合ツール5が受けるモーメント反力によって、接合ツールが水平方向に横ブレして接合できないといった問題が生じる。

【0008】本発明の目的は、片面からアクセスしてスポットFSWを行う場合、回転による接合ツールの横ブレを防止することができるスポット接合システムを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明は、回転する接合ツールの先端を被接合材に押圧し、被接合材を摩擦攪拌接合でスポット接合するスポット接合システムにおいて、被接合材を保持する保持装置と、被接合材の片面側で、接合ツールを任意の位置に移動させる移動装置と、接合ツールに連結され、接合時に被接合材に一時的に固定されることで、接合時の接合ツールのブレを防止する固定装置と、移動装置を制御し、接合ツールを接合位置まで移動させ、固定装置を被接合材に一時的に固定した状態で、回転する接合ツールを被接合材に押圧してスポット接合する制御装置とを有することを特徴とするスポット接合システムである。

【0010】本発明に従えば、接合ツールは、たとえば多関節ロボットなどの移動装置に設けられ、保持装置に保持される被接合材の任意の位置にアクセスでき、片面から接合する。接合ツールには固定装置が連結される。接合ツールには固定装置が連結され、接合ツールを接合位置まで移動させ、被接合材を接合するとき、固定装置が被接合材に一時的に固定される。

【0011】前述したように、接合時には、接合ツールの回転反力によって接合ツールの横ブレが生じていたが、本発明では、接合ツールに連結される固定装置が被接合材に一時的に固定されるので、接合ツールの横ブレを防止し、確実にスポット接合を行うことが可能である。

【0012】請求項2記載の本発明は、前記固定装置

は、被接合材に押圧されることで被接合材に一時的に固定される押圧手段を有することを特徴とする。

【0013】本発明に従えば、固定装置は、被接合材に押圧されることで被接合材に一時的に固定されるので、バネ力、モータ、空気圧、および油圧などの簡単な構成で被接合材を一時的に固定することができる。また、重ね継ぎ手接合では、被接合材間に隙間があると、接合品質が悪くなるが、押圧手段で押圧して接合することで、被接合材間の隙間をなくし、高品質にスポットFSW接合することができる。

【0014】また、このような被接合材に押圧される固定部材を用いるということは、接合時の接合ツールの姿勢角度が常に垂直であることを意味する。これによって、ロボットへの教示作業を容易に行うことができる。

【0015】請求項3記載の本発明は、前記押圧手段は、静止摩擦係数の大きな材料、たとえばポリウレタンや樹脂等ゴム系の材料からなり、被接合材に押圧されることで被接合材に固定される固定部材を有することを特徴とする。

【0016】請求項4記載の本発明は、前記押圧手段は、被接合材に押圧されたとき被接合材に食い込む突起を有する固定部材を有することを特徴とする。

【0017】本発明に従えば、固定装置は、摩擦係数の大きい材料、または被接合材に食い込む突起を有する固定部材を備えるので、前記押圧手段で押圧されたとき、固定装置が確実に被接合材に固定される。

【0018】請求項5記載の本発明は、接合時に、接合ツールの回転による反力を検出するセンサを有し、前記固定装置は、モータ、空気圧、油圧、真空吸着および電磁力のいずれかの方法で固定力を調整可能に被接合材に一時的に固定される調整固定装置を有し、前記制御装置は、接合時に前記センサで反力を検出し、検出した反力に基づいて前記調整固定装置の固定力を制御することを特徴とする。

【0019】本発明に従えば、接合時に接合ツールからの反力を検出し、これに基づいて、反力が所定の値未満となるように、固定装置の固定力を調節する。このようにフィードバック制御することで、つねに最適な固定力で接合することができる。

【0020】請求項6記載の本発明は、前記移動装置は、多関節ロボットであり、アーム先端に接合ツールが取り付けられることを特徴とする。

【0021】本発明に従えば、移動装置として多関節ロボットを用いることで、効率よくスポット接合を行うことができる。

【0022】請求項7記載の本発明は、複数台の多関節ロボットを有し、複数台のロボットのうち少なくとも一台はアーム先端に接合ツールが取り付けられる移動装置であり、前記制御装置は、接合ツールを有するロボットで被接合材の一方側から接合ツールを押圧して接合させ

るとき、被接合材の反対側に配置されるロボットが、アーム先端で接合ツールの押圧力を受けるように、複数台のロボットを協調制御することを特徴とする。

【0023】本発明に従えば、たとえば保持装置で被接合材を立てて保持し、被接合材の両側にロボットを配置し、一方のロボットで被接合材の片面側からスポットF SWを行う。このとき、被接合材の反対側に配置される他方のロボットは、接合ツールの押圧力を受けるように協調制御される。このような場合にも、上記固定装置を用いることで、回転による横ブレを防止して接合することができる。このような協調制御による接合は、両方のロボットに接合ツールを設け、同時に被接合材の両側から接合し、互いの押圧力を受けるように制御することも可能である。

【0024】請求項8記載の本発明は、前記制御装置は、多関節ロボットのアーム先端を被接合材に押し付けて接合前にあらかじめロボットアームを撓ませておき、その状態で接合することを特徴とする。

【0025】多関節ロボットは先端に力を受けるとアームが撓みやすい。したがって、たとえばアーム先端に設けられる接合ツールから回転反力を受けると、アームが撓んで、より横ブレしやすくなる。本発明では、接合前に、あらかじめアーム先端を被接合材に押し付け、アームが撓まなくなるまで撓ませてから接合するので、回転反力による横ブレをさらに確実に防止することができる。

【0026】請求項9記載の本発明は、前記移動装置は、被接合材の片面側で、2軸方向に移動可能で、任意の位置に接合ツールを移動させることを特徴とする。

【0027】本発明に用いる移動装置は、多関節ロボットに限らず、たとえばx軸・y軸の2軸に移動可能な移動装置を用いてもよい。この場合にも、被接合材に一時的に固定される固定装置を用いることで、横ブレを防いでスポットF SW接合することが可能となる。

【0028】請求項10記載の本発明は、被接合材の片面側の任意の位置に接合ツールを移動させ、回転する接合ツールの先端を被接合材に押圧し、被接合材を摩擦攪拌でスポット接合するスポット接合システムに用いられる固定装置であって、接合ツールに連結され、接合時に被接合材に一時的に固定されることで、接合時の接合ツールのブレを防止することを特徴とする固定装置である。

【0029】本発明に従えば、スポット接合システムの接合ツールに本発明の固定装置を設けることで、接合ツールの横ブレを防止し、確実にスポット接合を行うことが可能となる。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態であるスポット接合システム10の構成を示す図である。スポット接合システム10は、摩擦攪拌によりワークW

を重ね継ぎ手でスポット接合するものであり、ロボット11、F SWヘッド12、これらを制御するコントローラ14、およびワークWを保持する定盤13を有する。

【0031】ロボット11は、たとえば6軸垂直多関節ロボットであり、手首先端にF SWヘッド12が装備される。このロボット11に近接して定盤13が配置される。定盤13は、床に設置され、水平な乗載面13aを有し、この乗載面13aにワークWを水平に重ねて保持する。ワークWは、車両構体パネルや船殻パネルなど、大きなパネル形の金属材料である。

【0032】F SWヘッド12には、接合ツール15と、接合時にワークWに一時的に固定される固定装置16とが取り付けられる。F SWヘッド12は、接合ツール15を、軸線Lまわりに回転させる回転駆動源、および接合ツール15を軸線L方向に移動させてワークWに押圧させる押圧駆動源を内蔵する。これら回転駆動源および押圧駆動源は、サーボモータからなり、前記コントローラ14によって制御される。

【0033】図2は、固定装置16および接合ツール15を拡大して示す図である。接合ツール15は、円柱状であり、先端部に軸線Lに沿って突出するピン21を有する。この接合ツール15は、軸受け17を介して押圧部20に、軸線L回りに回転自在に保持される。押圧部20は、F SWヘッド12に内蔵される押圧駆動源によって軸線L方向に昇降し、接合時にワークWにツール15を押圧する。

【0034】固定装置16は、バネ18および押圧部材19を有する。押圧部材19は、円筒状であり、押圧部20の先端に、軸線L方向に移動可能に装着される。押圧部材19の下端部には接合時にワークWに固定される固定部材である固定リング22が一体に形成される。固定リング22は、押圧部材19と一体に、高い静止摩擦係数を有する材料、たとえばポリウレタンや樹脂等ゴム系の材料からなってもよく、実施の他の形態では、押圧部材19とは別体に固定リング22を構成し、この固定リング22のみを、前述の高い静止摩擦係数を有する材料からなるようにしてもよい。固定リング22は、筒状の押圧部材19の下端部でフランジ状に形成され、この固定リング22と押圧部16の段差との間にバネ18が介在される。バネ18は、圧縮コイルバネであり、押圧部材19の下端の固定リング22がワークWに押し付けられたとき圧縮して、固定リング22をワークWに押圧する押圧手段としての機能を有する。

【0035】つぎに、図3を参照してF SWスポット接合方法について説明する。ロボット11は、定盤13に水平に保持されるワークWの上面の任意の位置にアクセスできる。

【0036】(1) まず、コントローラ14で、接合ツール15を高速で回転させるとともに、ロボット11の各軸を制御し、F SWヘッド12を接合点Pに位置決め

する。つまり、ワークWに設定される接合点Pに、接合ツール15の回転軸線Lが一致し、かつ固定装置16の下端の固定リング22が、ワークWに平行となるように位置決めする。

(2) つぎに、押圧駆動源によって押圧部20を軸線L方向に下降させる。すると、まず固定リング22がワークWの表面に当接する。さらに押し下げるとバネ18が圧縮され、バネ力で固定リング22の下端面がワークW表面に押し付けられてワークWに固定される。

(3) この状態でさらに押し下げると、接合ツール15のピン21がワークWの接合点Pに接触する。すると、ピン先端の回転による摩擦熱で接合点Pが軟化し、ピン21が挿入され、ピン21の回転によって攪拌されて塑性流動が生じる。さらに押し込むことで、ショルダー部23もワーク表面に当接してさらに攪拌され、2枚のワークWが接合点Pで一体となる。

【0037】この接合時には、接合ツール15が高速で回転するため、回転反力によって横ブレしやすいが、本実施形態では、固定装置16によって横ブレが防がれる。つまり、固定リング22がバネ18でワークWに押圧されることで、固定リング22および押圧部材19が接合時にワークWに固定される。接合ツール15は、軸受け17を介して、押圧部材19に保持されているので、接合ツール15の横ブレが、ワークに固定される押圧部材19によって防がれる。

【0038】所定押圧力で所定時間押圧後、押圧部20を上昇させ、ロボット11でFSWヘッド12を上昇させることで、固定リング22がワーク面から離反し、固定装置16によるワークWへの固定が解除される。また、押圧部20の上昇によって接合ツール15が引き抜かれ、FSWスポット接合が終了する。

【0039】重ね継ぎ手接合では、2枚のワークWの間に隙間があると、接合品質が悪くなるといった問題を有するが、本実施形態では接合時に、固定装置16でワークWを押圧しているので、ワークW間に隙間が形成されることはなく、接合品質を良好とすることができる。

【0040】また、接合時には、固定装置16の固定リング22をワーク表面に押し付けているので、接合時のツールの姿勢はワークWに対して必ず垂直となる。つまり、接合時のツールの最適な姿勢がワークに対して垂直と必然的に決まる。ロボットでの接合作業は、あらかじめ接合位置をロボットに教示する必要があり、そのとき、接合点ごとのツールの姿勢も最適な角度に決定しなければならず、教示作業は大変煩わしいものである。これに対し、本発明では固定装置を用いることで、接合時の最適な姿勢はワークに垂直と自動的に決定できるので、教示作業も非常に簡単となる。

【0041】本実施形態では、固定装置16の押圧手段としてバネ18を用いたが、押圧手段としてはこれに限らず、たとえばサーボモータによって押圧してもよく、

油圧、空圧でもよい。また、固定装置としては、ワーク表面に押圧することで接合時にワークに固定する方法に限らず、たとえば真空吸着によってワークに固定される方法であってもよく、磁気吸着によってワークに固定されてもよい。

【0042】図4は、ワーク表面に固定される固定部材の他の形態を示す接合ツール15の下面からみた図である。図1～3で説明した固定部材は、筒状の押圧部材19の先端に設けられるので、(a)に示すようにリング状の固定リング22であったが、固定部材はこのような形状に限らず、(b)に示す固定部材24のように、リングの一部を接合ツール15の両側に配置されるように構成してもよく、さらには(c)のように、リング形状でなく矩形形状の一对の固定部材27をツール15の両側に設ける構成であってもよい。いずれも、接合ツール15近傍でワークWに固定されることで、横ブレを防止することができる。また、接合ツールの全周でなく両側のみに設けることで、ワークに接触する面積が少なくすみ、複雑な形状のワークでも接合可能となる。

【0043】図5は、固定リング22のさらに他の形態を示す斜視図である。(a)の固定リング25は、固定リング本体25bのワーク面に接触する側に高い静止摩擦係数を有する材料、たとえばポリウレタンや樹脂等ゴム系の材料からなる滑り止め部材25aが設けられる。これによって、固定リング22はさらにワークWに固定され、横ブレを確実に防ぐことができる。

【0044】本発明の実施の他の形態では、滑り止め部材25aの厚みを薄くし、固定リング本体25bを、熱伝導性の良好な材料、たとえば銅などの金属材料からなり、これによって接合時に過熱されるワークから熱を、薄い滑り止め部材25aを介して、固定リング本体25bに奪い、ワークの耐食性が低下するといったことを防ぐことができる。滑り止め部材25aの厚みは、ワークから固定リング本体25bへの熱の伝導を大きく妨げず、しかも滑り止め機能を達成するように、薄く設定される。

【0045】(b)の固定リング26は、ワークに接触する側に、複数の小突起26aが形成される。固定リング26の小突起26aがワークWに押圧されると、各小突起26aがワークWに食い込む。これによってワーク表面に押圧される固定リング26がずれることがなくなり、接合ツールの横ブレを確実に防止することができる。

【0046】つぎに、ロボットアームが撓まないように制御することで、接合時の横ブレをさらに防止する接合方法について説明する。ここでは固定装置16は、押圧手段を有する場合とし、押圧手段はバネでなく、サーボモータまたは油空圧機構などの外部軸を用いて押圧力を制御可能な場合について説明する。

【0047】多関節ロボットは、アーム先端に力がかか

るとある程度アームが撓むようになっている。したがって、FSWスポット接合の場合、アーム先端の接合ツールから作用する回転反力でアームが撓み、横ブレが生じやすくなると言える。そこで、このアームの撓みによる横ブレを防止するために、あらかじめアームを撓ませ、それ以上アームが撓まないようにしてから接合する。

【0048】具体的には、接合ツールを位置決めし、固定装置16の押圧手段でワークWを押圧するとき、アームの撓みが一定になるまで押圧する。ワークを押圧すると、その反力でロボットアームが撓み、押圧初期では、押圧力を増加すれば撓み量が増える。しかしある程度押圧した場合には、それ以上押圧してもロボットアームが撓まなくなる。したがって、固定装置16によって押圧力を増加させ、ロボットアームの撓みが増加しない、または増加分が所定量未満となるまで固定装置16で押圧する。この状態では、接合時のツールからの反力がアーム先端にさらに作用したとしても、それ以上ロボットアームが撓まなくなる。これによって、接合時に発生する回転反力でロボットアームが撓んで横ブレが発生することが防がれる。

【0049】またこのようにロボットアームを撓ませる方法は、外部軸で押圧する押圧手段で押圧する場合にかぎらず、多関節ロボット11自体でワークWを押圧することで、アームを撓ませてから接合するようにしてもよい。

【0050】つぎに、接合時の固定力を最適に制御する方法について説明する。図1に示すように、FSWヘッド12に回転反力を計測する回転反力計測センサ30を設ける。このセンサは、たとえばロードセルから成り、回転反力の大きさに応じた信号を出力する。また、固定装置16は、サーボモータ、油圧、空気圧、真空吸着、または電磁力など、ワークWへの固定力をコントローラ14で調整可能な装置とする。

【0051】このような構成において、あらかじめ回転反力の基準値をコントローラ14に設定しておく。この基準値は、それ以上回転反力が増加すると、横ブレが生じる可能性のある値である。そして、接合時に、回転反力計測センサ30で反力を検出し、検出値が基準値を上回ると固定力を増加させる。このように接合時に固定力をフィードバック制御することで横ブレを確実に防ぎ、必要以上にワークに固定されない最適な固定力でFSWスポット接合を行うことができる。

【0052】図6は、2台のロボットで協調制御してスポット接合を行うスポット接合システム40を示す図である。本実施形態のスポット接合システム40では、ワークWは保持装置45で鉛直に保持され、2台のロボット41A、41BはワークWの両側に設置される。なお、その他の構成は基本的に前述したスポット接合システム10と同様であるので、対応する構成は同じ参照符号とし、一方のロボット41Aに対応する構成には添え

字Aを付し、他方のロボット41Bに対応する構成には添え字Bを付し、詳細な説明は省略する。

【0053】前述したスポット接合システム10では、定盤13に水平に載置されたワークWに対して上から押圧して接合し、押圧力は定盤13で受けるように構成されるが、本実施形態では、鉛直に保持されるワークWに対して、両側から接合ツールを互いに押圧させて接合する。つまり、接合ツールの押圧力は、もう一方の接合ツールで受けるようにする。また、ロボット41Aをメインとしロボット41Bをスレーブとして協調制御されるものとする。したがって、ロボット41Aのコントローラ14Aをメインコントローラとし、ロボット41Bのコントローラ14Bをスレーブコントローラとし、メインコントローラ14Aから制御信号がスレーブコントローラ14Bに送られて、ロボット41Aとロボット41Bは協調制御される。

【0054】つぎに、図7を参照して接合方法について説明する。(a)は、ツール位置の相対関係を示す図であり、(b)は接合面を示す図である。これらの図からわかるように、接合位置Pは両方のロボットでわずかにずれる。さらに詳細に説明すると、一方のツール15AはワークWの一方側から接合し、他方のツール15BはワークWの他方側から接合する。このとき、一方のツール15Aのピン21Aの押圧力は、他方のツール15Bのショルダー部23Bで受けられ、他方のツール15Bのピン21Bの押圧力は、一方のツール15Aのショルダー部23Aで受けられる。このように、互いのピンの押圧力をショルダー部で受けられるように、近接した位置を接合する。このように近接した位置をワークWの両側から同時に接合することで、効率よく強固にFSWスポット接合することができる。

【0055】また、接合時には、前述したスポット接合システム10と同様に、固定装置16A、16BがワークWに一時的に固定する。このとき、固定装置16A、16BがワークWに押圧して固定する装置の場合、この押圧力も互いに受けられるように、(a)に示すように、押圧部材19A、19Bはずれないで、同じ位置とする。したがって、接合ツール15A、15Bの中心は、押圧部材19A、19Bの中心からずれた位置に配置される。このように固定装置16A、16Bが設けられることで、両方の接合ツール15A、15Bの横ブレを防止してFSWスポット接合することができる。

【0056】また、接合ツール15A、15Bをわずかにずらせて接合する場合に限らず、たとえばワークWの板厚が大きい場合には、同じ位置を両側から接合するようにしてもよい。この場合には、押圧部材19A、19Bの中心に接合ツールが配置される。

【0057】このようなスポット接合システム40は、2枚の板状のワークを重畳して接合する場合にかぎらず、たとえば自動車のボディーのような3次元形状のワ

ークであってもよい。この場合は、2台のロボット41A、41Bで、互いの押圧力がバランスする2箇所を同時に接合する。つまり、この場合は離れた位置を接合する場合もある。

【0058】また、ロボットは2台に限らず、3台またはそれ以上で協調制御するようにしてもよい。

【0059】また、ワークWの両側から同時に接合する場合に限らず、一方のロボット41Aのみに接合ツールを設け、他方のロボット41Bには接合ツールを設けず、一方側からの押圧力を受ける裏当てを設ける構成としてもよい。

【0060】つぎに、図8を参照して、多関節ロボットを用いない場合について説明する。本発明のスポット接合システムは、接合ツール15を移動させる手段として上述したように多関節ロボットを用いる場合に限らず、図8に示すスポット接合システム50のように、直交する2軸方向に接合ツールを移動させる直交移動装置51を用いてもよい。なお、スポット接合システム10に対応する構成には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0061】本実施形態のスポット接合システム50は、接合ツール15を有するFSW装置55と、FSW装置を移動させる直交移動装置51と、ワークWを保持する定盤13とから構成される。定盤13には、板状のワークWが水平に重ねて保持される。直交移動装置51は、定盤13の両側で、定盤13に沿ってx軸方向に伸びる一対の第1レール52と、定盤13を跨ぎ、一対のレール52に沿って走行する門形移動装置53とを有する。門形移動装置53は、前記第1レール52に対して直角なy軸方向に延びる第2レール54を有し、この第2レール54に沿って移動可能にFSW装置55が設けられる。FSW装置55は、接合ツール15が取り付けられるFSWヘッド12を鉛直なz軸方向に昇降させる昇降機構57および接合ツール15を回転させる回転モータ58を有する。FSWヘッド12には、接合ツール15および固定装置16が取り付けられる。

【0062】このスポット接合システム50で接合するには、門形移動装置53を第1レール52に沿って走行させて接合ツール15のx軸方向の位置決めを行い、FSW装置55を第2レール54に沿って走行させてツールのy軸方向の位置決めを行う。このようにして、FSW装置55を、ワークWの任意の位置にアクセスすることができる。そして、回転モータ58で接合ツール15を回転させ、昇降機構57でFSWヘッド12を降下させて接合する。このとき、固定装置16がバネを用いるタイプの場合、まず固定装置16の押圧部材19がワークWの表面に当接し、バネ力でワーク表面に固定される。このようにワークに固定された状態で、さらに降下させるとFSWスポット接合が行われる。このようにして、固定装置16で接合ツール16が接合時に横方向に

移動しないように固定されるので、回転反力によって接合ツールが横ブレすることが防がれる。これらの動作は、図示しないコントローラによって制御される。

【0063】本実施形態の固定装置はバネに限らず、前述したモータ、油空圧、磁力、真空吸着などいずれの方法も適用可能である。

【0064】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、接合ツールに連結される固定装置が被接合材に接合時に一時的に固定されるので、接合ツールの横ブレを防止し、確実にスポット接合を行うことが可能である。

【0065】また本発明によれば、固定装置は、被接合材に押圧されることで被接合材に一時的に固定されるので、バネ力、モータ、空気圧、および油圧などの簡単な構成で被接合材を一時的に固定することができる。また、重ね継ぎ手接合では、被接合材間に隙間があると、接合品質が悪くなるが、固定装置で押圧して接合することで、被接合材間の隙間をなくし、高品質にスポットFSW接合することができる。

【0066】また、接合時に被接合材に押圧される固定部材を用いるということは、接合時の接合ツールの姿勢が一意に決定されることを意味する。つまり、接合時のツールの傾きが一定となる。これによって、たとえばロボットへの教示作業を容易に行うことができる。

【0067】また本発明によれば、固定装置は、摩擦係数の大きい材料、または、被接合材に食い込む突起を有する固定部材を備えることで、押圧手段で押圧されたとき、固定装置が確実に被接合材に固定される。

【0068】また本発明によれば、接合時に接合ツールからの反力を検出し、これに基づいて、反力が所定の値未満となるように固定装置の固定力を調節する。このようにフィードバック制御することで、つねに最適な固定力とすることができる。

【0069】また本発明によれば、移動装置として多関節ロボットを用いることで、効率よくスポット接合を行うことができる。

【0070】また本発明は、2台のロボットを協調制御して押圧力を互いに受けることでも実現できる。

【0071】また本発明によれば接合前に、あらかじめアーム先端を被接合材に押し付けてアームを撓ませ、それ以上アームが撓まないようにして接合することで、回転反力による横ブレをさらに確実に防止することができる。

【0072】また本発明によれば、移動装置は、多関節ロボットに限らず、たとえばx軸・y軸の2軸に移動可能な移動装置でも実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】スポット接合システム10の構成を示す図である。

【図2】固定装置16の構造を示す断面図である。

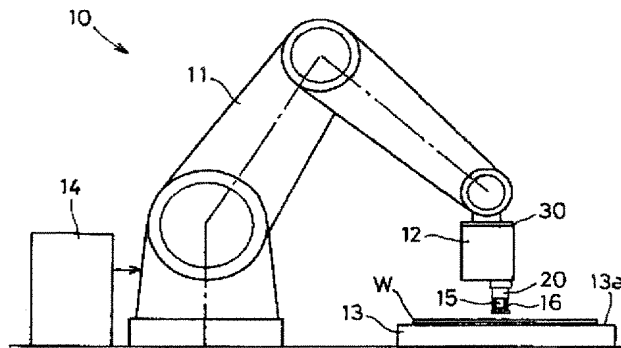
【図3】FSWスポット接合方法を示す図である。
 【図4】固定部材の他の形態を示す図である。
 【図5】固定リングの他の形態を示す図である。
 【図6】スポット接合システム40を示す図である。
 【図7】スポット接合システム40の接合方法を説明するための図である。
 【図8】スポット接合システム50を示す図である。
 【図9】Cガンを用いる従来のスポット接合システム1を示す図である。

【図10】定盤を用いる接合システムを示す図である。

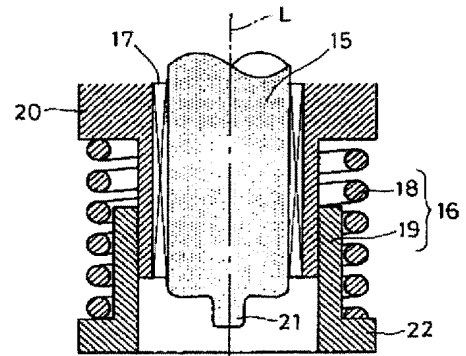
【符号の説明】

10、40、50 スポット接合システム
 11 多関節ロボット
 12 FSWヘッド
 13 定盤
 14 コントローラ
 15 接合ツール
 16 固定装置

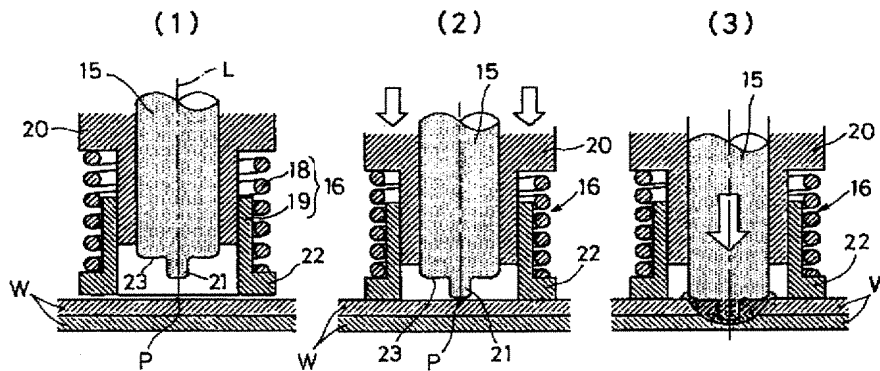
【図1】



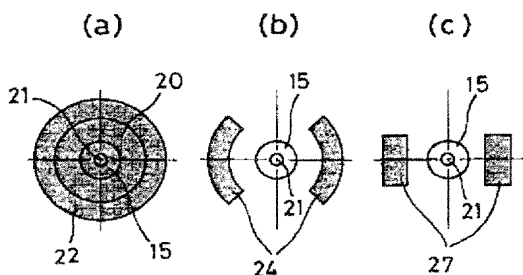
【図2】



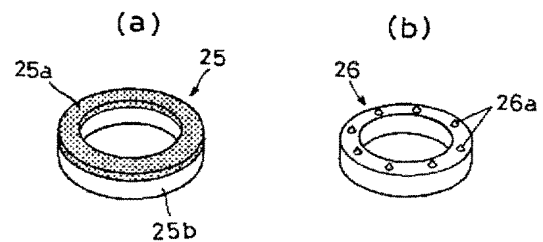
【図3】



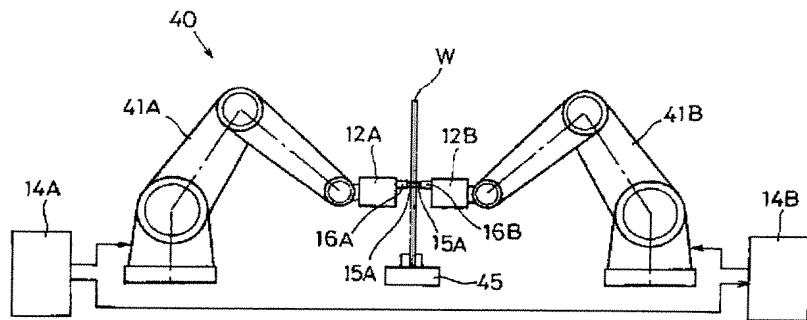
【図4】



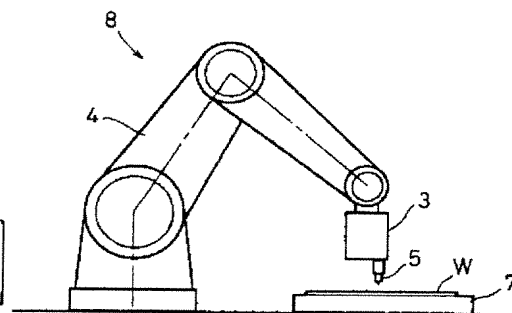
【図5】



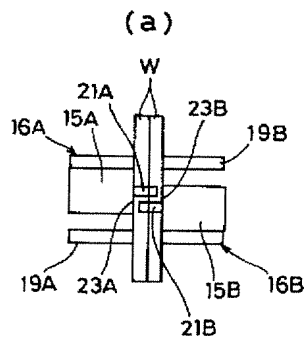
【図6】



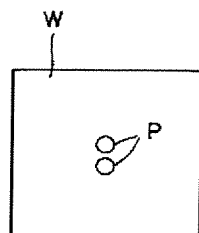
【図10】



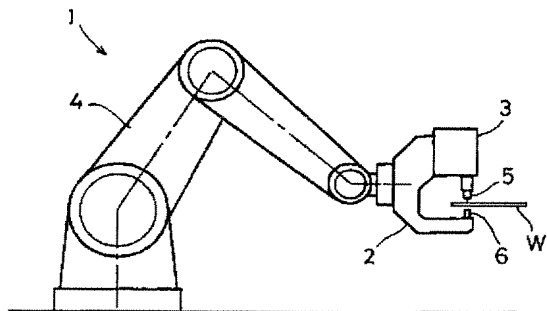
【図7】



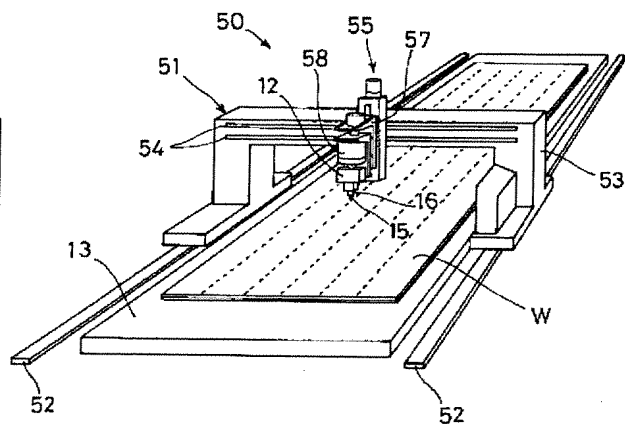
(b)



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 西田 英人
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1
号 川崎重工業株式会社神戸工場内

(72)発明者 兵江 猛宏
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1
号 川崎重工業株式会社神戸工場内
Fターム(参考) 4E067 BG00 CA02 CA04 CA05